

INSETOS EDÁFICOS COMO INDICADORES DA QUALIDADE AMBIENTAL*SOILBORNE INSECTS AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL QUALITY***Charlotte Wink¹, Jerson Vanderlei Carus Guedes², Camila Kurzmann Fagundes³, Ana Paula Rovedder⁴**

Recebido em: 16/05/2005; aprovado em: 11/10/2005.

RESUMO

Os ecossistemas são importantes na manutenção da biodiversidade, garantindo a sobrevivência e perpetuação das espécies. A perda de identidade do ambiente proporciona débito de diversidade biológica. Cada vez mais, as ações antrópicas não fundamentadas em princípios de sustentabilidade, fragmentam florestas e campos devido à ampliação das fronteiras agrícolas pela exigência de maior produção em função do crescente aumento populacional. O progresso das práticas agrícolas e os avanços tecnológicos refletidos na industrialização moderna não garantiram a permanência dos mais diferentes e ricos ecossistemas do planeta. A diversidade destes ambientes está ameaçada, bem como o equilíbrio de toda a cadeia que deles dependem. Neste contexto, o equilíbrio ambiental dos solos pode ser medido pela observação das características populacionais de grupos de organismos específicos, considerados bioindicadores do grau de alteração ou fragmentação de um local. Os mais importantes indicadores são os insetos, tanto por ser o grupo mais diverso em número de espécies, bem como pela facilidade de amostragem. Portanto, a diversidade de insetos edáficos pode revelar o nível de qualidade ambiental a partir do qual podem ser determinadas intervenções a fim de manter, recuperar ou restaurar a sanidade ambiental atingindo a sustentabilidade ecológica dos ecossistemas.

PALAVRAS-CHAVE: bioindicadores, inseto-de-solo, ecossistemas, degradação ambiental.

SUMMARY

Ecosystems are important for biodiversity maintenance, assuring species survival and perpetuation. The loss of environment identity promotes lack of biological diversity. Mankind actions not based on sustainable principles have damaged forests and fields due to need of increasing agricultural frontiers to enhance production to feed an increasing population. Progress in agricultural practices and technological advances of modern industrialization did not guarantee the permanence of different planet ecosystems. The diversity of these environments is threatened, as well as the balance of the chains that depend on them. In this context, the balance of soil environment can be measured by observing the population characteristics of groups of specific organisms, considered bioindicators of the alteration degree or place weakening. The most important indicators are insects because they are the most diverse group in terms of species number and due to their easy sampling process. Therefore, the diversity of soilborne-insects can be used to measure the level of environment quality and this information can be used to design measures to keep, to recover or to restore the environmental health, aiming to reach the ecosystems sustainability.

KEY WORDS: bioindicators, soilborne-insects, ecosystems, environment degradation.

INTRODUÇÃO

As florestas reduzem a compactação e a ero-

¹Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Faixa Camobi, Km 09 Campus Universitário, Centro de Ciência Rurais, Prédio 42, Departamento de Defesa Fitossanitária, Sala 3223, Santa Maria, RS. 97.105-900. charlotewink@mail.ufsm.br

²Professor Adjunto do Depto. Defesa Fitossanitária - CCR/UFSM, Santa Maria, RS. 97.105-900. jerson.guedes@smaail.ufsm.br

³Acadêmica de Biologia do CCNE/UFSM, Santa Maria, RS. 97.105-900. milakurzmann@yahoo.com.br

⁴Engenheira Florestal., M.Sc., Doutoranda em Ciência do Solo da UFSM, CCR/UFSM, Santa Maria, RS. 97.105-900. aprovedder@mail.ufsm.br

são do solo pela atenuação do impacto da água da chuva, e as copas das árvores reduzem a velocidade dos ventos (CASTRO et al., 1996). Elas fornecem um microclima favorável em termos de umidade, temperatura e incidência solar para o desenvolvimento de uma maior diversidade de organismos (FERREIRA e MARQUES, 1998). Já o solo possui papel importante na manutenção das fontes de água, nível dos rios, na filtragem e armazenamento de água e elementos químicos. Assim, o uso do solo de acordo com a sua aptidão garante sua conservação e proteção ambiental garantindo a todos os seres, uma melhor qualidade de vida (NASCIMENTO et al., 2004).

A transição de uma floresta para uma pastagem ou após a derrubada florestal comparada a um ambiente de pastagem apresentam redução na diversidade de espécies (VASCONCELOS, 2001). Primack e Rodrigues (2001) afirmam que a fragmentação da vegetação promove o aumento dos ventos e redução da umidade no local propiciando a ocorrência de incêndios. Além disso, as explorações dos ecossistemas resultam na diminuição da densidade e diversidade de uma vasta quantidade de organismos que habitam o solo e que são fundamentais na decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (LIMA et al., 2003). Ainda, com o declínio da qualidade do solo ou o incentivo à sua degradação promove redução de biodiversidade animal afetando a manutenção dos ecossistemas terrestres como um todo (AZEVEDO, 2004). Com a alteração do habitat natural, muitas espécies abandonam o fragmento, sendo que inúmeros indivíduos ou espécies morrem ou são até extintas, até que um novo equilíbrio se estabeleça (SCHIERHOLZ, 1991; THOMANZINI e THOMANZINI, 2000).

A avaliação destes impactos ambientais e dos efeitos da fragmentação florestal, para a implantação de áreas agrícolas e outras monoculturas, podem ser efetuados através da análise dos organismos do solo, utilizados como indicadores (SILVEIRA et al., 1995; THOMANZINI e THOMANZINI, 2000). Em geral, a alteração da abundância, diversidade e composição do grupo de indicadores mede a perturbação do ambiente (BROWN, 1997). Assim, indicadores ambientais devem ser organismos bastante sensíveis às alterações na estrutura de um ecossistema, carac-

terizando inclusive a qualidade da cobertura do solo (MALUCHE et al., 2003; LIMA et al., 2003).

Os insetos são considerados bons indicadores dos níveis de impacto ambiental, devido a sua grande diversidade de espécies e habitat, além da sua importância nos processos biológicos dos ecossistemas naturais. A classe Insecta, segundo Gallo et al. (2002), é considerada como a mais evoluída do filo Arthropoda, abrangendo cerca de 70% das espécies de animais, sendo que para Filho (1995), os insetos são os organismos de maior ocorrência em ambientes florestais. Portanto, o número de ordens, famílias e espécies destes diminuem com a elevação do nível de antropização do ambiente (THOMANZINI e THOMANZINI, 2002).

A DEGRADAÇÃO DOS SOLOS E DAS FLORESTAS

O solo está entre os mais complexos sistemas biológicos do globo e, ainda não é completamente entendido. Este sistema garante um lugar para a vida de muitos organismos e possui uma estreita relação com as cadeias alimentares das quais depende a maioria, senão todos os organismos terrestres pois é o substrato de sustentação dos vegetais (STORK e EGGLETON, 1992). A drenagem da água e a movimentação da fauna em solos florestais são melhoradas quando os solos são mais porosos e apresentam agregados orgânicos (VALLEJO et al., 1987). Portanto, o interesse em avaliar a qualidade do solo é estimulado pela crescente consciência de que o solo é um componente importante da biosfera terrestre, funcionando na manutenção da qualidade ambiental local, regional, e global e não só na produção de bens de consumo (DORAN e ZEISS, 2000).

Os ecossistemas florestais, atualmente cobrem uma superfície de aproximadamente quatro bilhões e 400 milhões de hectares, totalizando 33% das terras emersas (ROCHA, 2001). As florestas tropicais ocupam somente sete por cento da superfície terrestre, contendo mais de 50% do total de espécies existentes no Planeta (PRIMACK e RODRIGUES, 2001). Parte destas florestas tropicais estão localizadas em solo brasileiro, como a floresta Amazônica, com cerca de 350 milhões de hectares, e a Mata Atlântica,

com cerca de 100 milhões de hectares. Vale salientar que da mata Atlântica resta apenas 5% da floresta original, caracterizando-a também como uma das florestas mais ameaçada de extinção (REIS et al., 1999). Conseqüentemente do percentual total de florestas que existiam, só restaram pequenos fragmentos isolados e espalhados nesta mistura de paisagens (SCHIERHOLZ, 1991).

A degradação pode ser definida como a destruição ou remoção da vegetação nativa e da fauna e a perda ou remoção da camada fértil do solo, indicando que este ambiente terá poucas condições de re-estabelecer um novo equilíbrio (DIAS e MELLO, 1988). Conforme Kobiyama et al. (2001), área degradada é aquela que teve seus solos empobrecidos e erodidos, teve redução da produção e diminuição da atividade biológica, envolvendo nesta dinâmica, o solo, a água, o ar e os organismos. O ambiente degradado é caracterizado pela remoção do horizonte superficial do solo e da matéria orgânica, alterando as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo (DUDA et al., 1999). Já para Berg (2001), degradação envolve a deterioração da diversidade biológica e o rompimento dos processos biológicos, além da fragilização do solo.

Para Kobiyama et al. (2001), as atividades degradantes do solo são a agricultura, o uso do solo fora da sua aptidão natural, o sistema de preparo e irrigação inadequados, a monocultura, o superpastejo, a mineração e a urbanização. Dias e Mello (1988) destacam que entre as atividades degradantes do solo, o superpastejo colabora para degradar 34,5% das áreas mundiais, seguidos pelo desmatamento que degrada em torno de 30%, atividades agrícolas (28,1%), exploração intensa da vegetação para fins domésticos (6,8%) e atividades industriais ou bio-industriais (1,2%). Estes autores afirmaram ainda que na América do Sul o desmatamento é o principal responsável pela degradação do ambiente respondendo com 41,0% do total, seguido do superpastejo com 27,9% e as atividades agrícolas com 26,2%. Cerca de 40% dos solos destinados ao uso agrícola no mundo estão degradados e 16,0% das áreas cultivadas tem o potencial produtivo reduzido devido a erosão e o esgotamento dos nutrientes. Kiss (2004) relatou que na América Central 75,0% dos solos estão severamen-

te esgotados, na África 20,0% e na Ásia 11,0%. Para Kaminski (2004), mais de 1,9 bilhões de hectares de solo no mundo já sofreram degradação por erosão, e as estimativas apontam que em 2015, aproximadamente 140 milhões de hectares já terão sofrido alterações de natureza física, química e biológica. No Brasil estima-se que quase 230 milhões de hectares já tiveram a cobertura natural alterada ou eliminada.

A qualidade do solo está relacionada ao seu funcionamento, observado pelos indicadores químicos, físicos e de mais difícil mensuração os biológicos (SCHMITZ et al., 2003). Os levantamentos pré e pós-degradação são importantes para quantificar o grau de degradação determinada pelo uso de indicadores físicos, químicos e biológicos (DIAS, 2001). Neste sentido a degradação biológica é revelada pela alteração das inter-relações dos organismos aos processos do solo, caso ocorra alguma perturbação, como a queima da vegetação, a aplicação excessiva de fertilizantes e/ou biocidas (AZEVEDO, 2004).

BIOINDICADORES

Os bioindicadores, segundo Allaby (1992), são espécies que podem ter uma amplitude estreita a respeito de um ou mais fatores ecológicos, e quando presentes, podem indicar uma condição ambiental particular ou estabelecida. Os bioindicadores, conforme Thomanzini e Thomanzini (2000) e Büchs (2003), devem ter sua taxonomia, ciclo e biologia bem conhecidos e possuir características de ocorrência em diferentes condições ambientais ou serem restritos a certas áreas. Além disso, devem ser sensíveis às mudanças do ambiente para que possam ser utilizados no monitoramento das perturbações ambientais. Já para Büchs (2003), cada bioindicador pertence a escalas diferentes de incidência de perturbações, revelando informações sobre um distúrbio.

O termo bioindicador pode ser usado em vários contextos, tais como: indicação de alteração de habitats, destruição, contaminação, reabilitação, sucessão da vegetação, mudanças climáticas e conseqüentemente degradação dos solos e ecossistemas (MCGEOCH, 1998).

Os insetos terrestres bioindicadores podem ser: indicadores ambientais que respondem às perturba-

ções ou mudanças ambientais; indicadores ecológicos que demonstram efeitos das mudanças ambientais como alterações de habitats, fragmentação, mudanças climáticas, poluição e outros fatores que geram impacto na biota; e por último indicadores de biodiversidade, que refletem índices de diversidade (MCGEOCH, 1998).

Os bioindicadores são ferramentas importantes no monitoramento de áreas degradadas, pois oferecem indicativos das condições florestais e o seu progresso (MOFFATT e McLACHLAM, 2004; MENDOZA e PRABHU, 2004). Além da facilidade de amostragem, os bioindicadores, devem ter uma resposta já conhecida à alteração ambiental bem como responder de maneira clara ao distúrbio. Assim, devem informar sobre a estrutura, o funcionamento e a composição do sistema ecológico devendo ser monitorados em distúrbios ambientais a curto e longo prazo (DALE e BEYELER, 2001).

Como a fauna do solo e da serapilheira apresentam alta diversidade e rápida capacidade de reprodução, são excelentes bioindicadores, e suas propriedades ou funções indicam e determinam a qualidade ou o nível de degradação do solo. Esses fatores podem ser avaliados pela presença de organismos específicos ou análise da comunidade e processos biológicos como, a modificação da estrutura do solo e níveis de decomposição. Assim, os organismos presentes no solo são um fator determinante, pois os níveis de decomposição da serapilheira aceleram os níveis de ciclagem de nutrientes indicando qualidade do solo (KNOEPP et al., 2000).

A diversidade vegetal oferece diferentes recursos alimentares o que influencia na quantidade e qualidade da serapilheira ingerida pela fauna do solo controlando assim o índice de abundância dos organismos em um local (WARREN e ZOU, 2002). Portanto, as intervenções na cobertura vegetal promovem alterações na densidade e na diversidade da fauna do solo (AZEVEDO et al., 2000) gerando o desaparecimento de determinados grupos em função da relação interdependente da fauna edáfica e da diversidade de recursos, indicando a ocorrência de problemas ambientais (BROWN, 2001). A composição da fauna do solo reflete o funcionamento do ecossistema devido sua íntima associação aos processos do sistema

serapilheira-solo e sua grande sensibilidade às modificações ambientais (CORREIA e PINHEIRO, 1999). Neste sentido a simplificação ambiental faz com que os insetos edáficos sofram declínios populacionais, uma vez que a diferença estrutural dos recursos causa interrupção no seu ciclo de vida, pela alteração da qualidade do solo e dos microhabitats suportados pela paisagem (KIMBERLING et al., 2001).

Dentre os organismos bioindicadores, os insetos são considerados muito importantes na ecologia dos ecossistemas naturais podendo ser utilizados em estudos de perturbação ambiental (ROSENBERG et al., 1986). Também são excelentes organismos para avaliar o impacto da formação de fragmentos florestais, pois são altamente influenciados pela heterogeneidade do habitat (THOMANZINI e THOMAMZINI, 2000). Portanto, há razões para que os insetos sejam utilizados em inventários faunísticos em áreas agrícolas. A maioria das espécies são predadoras generalistas e assim os grupos taxonômicos são considerados de organismos benéficos na sustentabilidade ecológica; facilidade de coleta com armadilhas do tipo "pit-fall" e ainda, porque a maioria dos habitats contém alto número de espécies permitindo a padronização estatística (DUELLI et al., 1999).

As intervenções humanas, tais como, a intensa mecanização da agricultura, uso de agrotóxicos e técnicas de colheitas, substituem os métodos naturais de dispersão, o controle natural das populações de insetos e alteram os níveis de decomposição e fertilidade do solo, reduzindo a sua diversidade (ALTIERI, 1999). A biomassa e a biodiversidade dos organismos do solo frequentemente diminuem com a prática da agricultura em pastagens e em terras cultiváveis, quando comparado a locais com vegetação natural, devido ao uso de agrotóxicos, aração, entre outros (STORK e EGGLETON, 1992; PAOLETTI, 1999; BRUYN, 1999). A redução do uso de agrotóxicos na agricultura é fundamental e pode ser monitorada por bioindicadores, sendo que estes podem indicar áreas contaminadas e poluídas, respondendo ainda às modificações ambientais, como áreas de manejo e estabelecimentos industriais e urbanos (PAOLETTI, 1999). Já os cultivos em agroecossistemas também perturbam os habitats do solo devido à modificação

dos microclimas em função do tipo e sombreamento produzido pelas plantas cultivadas. Além de apresentarem insignificante presença de resíduos vegetais na superfície, caracterizada pela baixa qualidade da matéria orgânica (GILLER et al., 1997).

A implantação de monoculturas, como de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp., apesar de importantes economicamente, também resultam em efeitos negativos devido à baixa diversidade de produtos vegetais (VALLEJO, et al., 1987). Devido à relação organismo-ambiente, Ferreira e Marques (1998), afirmaram, após levantamento de campo, que grande parte das espécies de artrópodes ocorrem na área de mata quando comparado a uma área de eucalipto. Isto possivelmente deve-se ao eucalipto apresentar dossel descontínuo, intensa radiação solar, maior temperatura e uma serapilheira pobre. As ordens Psocoptera e Thysanoptera foram mais abundantemente no eucalipto, já em contrapartida, as ordens Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera e Embioptera ocorreram exclusivamente na serapilheira da mata.

Watt et al. (1997) observaram que nos fragmentos florestais com diferentes níveis de perturbação, a clareira total da vegetação resultou na perda de 40% a 70% de besouros e cupins, confirmando que modificações no solo afetam a pedofauna. Assim os insetos pode ser utilizados em inventários que objetivam o levantamento da diversidade e o monitoramento de alterações ambientais causadas por ações naturais e antrópicas e que ameaçam a integridade dos ecossistemas (MARINHO et al., 1997; NASCIMENTO et al., 2001).

Segundo Brown (1997), os insetos menores são mais sensíveis, diminuindo ou até desaparecendo após uma perturbação. Neste contexto, citam-se os insetos de solo e serapilheira, como microlepidópteros, microhimenópteros, besouros detritívoros, pequenas formigas. Este mesmo autor afirma que os indivíduos ou espécies das ordens Orthoptera, Hemiptera, Diptera, Lepidoptera, Hymenoptera e Coleoptera constituem nos mais importantes bioindicadores. Estas ordens de insetos contêm subgrupos importantes adaptados para testar níveis de poluição, redução de predadores, aumento de plantas invasoras, inibição da decomposição. Para Kewan (1999), as formigas (Hymenoptera),

mosquitos da família Ceratopogonidae (Diptera), algumas famílias de besouros dentro da ordem Coleoptera e espécies de Orthoptera são bons bioindicadores. Já para Duelli et al. (1999), os organismos da ordem Hemiptera e os Symphyta da ordem Hymenoptera parecem ser indicadores de biodiversidade em solos agricultáveis.

Dunxião et al. (1999) relataram que insetos das famílias Formicidae e Staphylinidae estão relacionados, a solos contendo concentrações de potássio e fósforo além de serem freqüentes em solos contendo material orgânico. Em particular, os Staphylinidae, devido à abundância e ampla distribuição, podem ser considerados bioindicadores das propriedades dos solos. Para Paoletti et al. (1991), os invertebrados do solo, móveis, como alguns besouros, larvas de Diptera e cupins, respondem pronta e permanentemente ao estresse do solo.

Muitas famílias de Coleoptera são altamente especializadas no nicho ecológico que ocupam, por exemplo, a decomposição de plantas e animais é feita por Dermestidae, Scarabaeidae e Silphidae (KIM, 1993). Em ecossistemas florestais, os besouros envolvidos no processo de ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes, podem ser utilizados na avaliação dos efeitos de distúrbio florestal (DAVIS et al., 2001). Os besouros da família Scarabaeidae são detritívoros, promovendo a remoção e reingresso da matéria orgânica no ciclo de nutrientes, aumentando a aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (MILHOMEM et al., 2003). Os besouros ou escarabeídeos são importantes em estudos de fragmentos vegetais, pois se alimentam de fezes e carcaças oriundas dos vertebrados, que também são muito afetados neste processo (THOMANZINI e THOMANZINI, 2000). Além disto, a movimentação vertical destes besouros e outros organismos da serapilheira está associada as mudanças de temperaturas do solo, que por sua vez, é influenciada pela presença de diferentes tipos de vegetais (VILLANI e WRIGHT, 1990). Porém, Kimberling et al. (2001), destaca que os escarabeídeos por terem natureza sedentária, são mais vulneráveis a mudanças ambientais. Os besouros da família Carabidae são sensíveis indicadores de temperatura e umidade, além de serem indicadores da ecologia de campos ará-

veis, caracterizando esses ambientes através da homogeneização das estruturas de suas comunidades (STORK e EGGLETON, 1992). Devido à sensibilidade as mudanças antrópicas, os besouros desta família ainda são considerados indicadores do impacto de cultivos, sendo negativamente afetados pela agricultura intensiva, controle mecanizado de ervas daninhas e pelo fogo. Sua dominância é modificada com o ritmo e fenologia de um cultivo, bem como pelo microclima que ele oferece (KROMP, 1999). A exemplo de organismos da ordem Isoptera, os carabeídeos indicam a poluição de metais no solo (PAOLETTI et al., 1991). Dentro da família Carabidae há espécies generalistas que toleram as perturbações ambientais devido ao hábito alimentar, como *Amara* sp. e *Harpalus* sp., conhecidas por consumirem gramíneas e sementes (KIMBERLING et al., 2001). A espécie *Carabus auratus* é indicadora do cultivo extensivo, e as espécies *Pseudophonus rufipes*, *Amara similata*, *A. familiareis*, *A. aenea* e *Harpalus affinie* beneficiam a agricultura sendo indicadores do suprimento de alimentos, intensidade de distúrbio no solo e impacto ambiental (BÜCHS, 2003). As populações de Carabidae e Staphylinidae podem ser aumentadas pela adubação do solo, demonstrando serem sazonalmente dependentes das paisagens: para procriar na primavera, e para sobreviver durante o inverno (VARCHOLA e DUNN, 1999; HUNTER, 2002). Conforme Hunter (2002), as áreas de campo podem agir como reservas de predadores, particularmente Carabidae e Staphylinidae. Os Staphylinidae de ocorrência em ambientes naturais e seminaturais ou em ecossistemas florestais manejados, são considerados bioindicadores de alterações ambientais, principalmente aquelas de ação antrópica (BOHAC, 1999; BÜCHS, 2003). As condições microclimáticas e os fatores alimentares, segundo Ipertí (1999), são importantes na determinação do habitat de besouros da família Coccinellidae, pois cada espécie apresenta preferências ao tipo de estrato vegetal e diferente sazonalidade. Portanto, o declínio das comunidades desta família é influenciada pela urbanização intensa e pelo uso de agrotóxicos. A espécie *Semiadalia undecimnotata* é muito vulnerável às mudanças ambientais, devido ao aumento da poluição química

e física, aumento do cultivo de cereais (os quais criam problemas na cadeia trófica) e ao impacto de flutuações climáticas.

As formigas, família Formicidae, são o grupo taxonômico dominante na maioria dos ecossistemas, estando presente nos mais diferentes habitats. Sua riqueza de espécies está correlacionada com o tipo e a variedade da vegetação, sendo que o aumento na complexidade da vegetação garante aumento na sua diversidade (SOUZA et al., 1998; DIEHL-FLEIG et al., 1998; SOARES et al., 2001). A estrutura das comunidades das formigas é fundamental em estudo de impacto ambiental, pois estas mantêm e restauram a qualidade do solo. Elas operam na redistribuição das partículas, dos nutrientes e da matéria orgânica, melhoram a infiltração de água no solo pelo aumento da porosidade e a aeração (BRUYN, 1999). Elas são fundamentais no estudo de áreas degradadas, em estágio de regeneração ou em áreas florestais com diferentes usos do solo. Em virtude de sua presença em todos os estratos da vegetação (abundância e riqueza), elas permitem a avaliação de alterações ambientais indicando o estado de conservação ou de degradação. Sua presença nas mais adversas condições se deve ao fato de que estas compreendem um terço do total da biomassa de insetos das florestas brasileiras, ou ainda, por serem importantes na ciclagem de nutrientes, regeneração florestal, facilidade de coleta e identificação (DIEHL-FLEIG et al., 1999; NASCIMENTO e DELABIE, 1999; SOUZA et al., 2001; HARADA, 2003; TARAZI et al., 2003; LOPES et al., 2003). Pela estreita relação com a vegetação, as formigas são sensíveis às alterações ambientais exercendo papel ecológico importante nos ecossistemas (SOUZA et al., 2001). Após realização de experimento pode-se analisar a relação dos organismos (insetos) à composição da vegetação, observando aumento na riqueza de espécies de insetos nas áreas de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus* sp., ambas com sub-bosque bem desenvolvido e solo coberto por material em decomposição quando comparado a uma área com solo desnudo e com um povoamento de *Pinus elliottii* com pouca vegetação de sub-bosque. O gênero Panatrechina, que possui espécies oportunistas e pioneiras, ocorre na área de pouca vegetação de sub-bosque, quando relacionan-

do a locais de baixa heterogeneidade ambiental e constantemente perturbado (MATOS et al., 1994). As perturbações em ambientes florestais, envolvendo clareira de copas, podem favorecer o aparecimento de formigas oportunistas, levando à colonização por indivíduos da subfamília Dolichoderinae, como o gênero *Iridomyrmex*. Já em lugares não perturbados são mais comuns as generalistas da subfamília Myrmicinae, devido ao clima destes ambientes ser mais ameno e por possuírem alta riqueza de espécies (KING et al., 1998). Segundo Fernandes (2003), as espécies *Pseudomyrmex* sp., *Ectatomma* sp. e *Solenopsis* sp., são características de ambientes de campo. As espécies do gênero *Solenopsis* se adaptam bem a locais perturbados como por exemplo em sistema de plantio com revolvimento do solo, sendo que para Matos et al. (1994) ela foi encontrada somente em área com solo desnudo. Para Nascimento et al. (2001), o gênero *Solenopsis* é comum em áreas que sofreram antropização, sendo que para Marinho et al. (2002) elas estão entre as mais agressivas na utilização de recursos da serapilheira. Já o gênero *Eciton* sp. possui maior ocorrência em locais com grande quantidade de alimento (manutenção da serapilheira) (GOMES et al., 2003). A espécie *Pheidole fallax* possui maior frequência na vegetação nativa, sendo a espécie considerada indicadora de locais mais estruturados. As espécies *Camponotus crassus* e *Wasmannia auropunctata* são indicadores de ambientes alterados (eucaliptais) devido à reduzida presença de vegetação nativa (MARINHO et al., 2001). Para Ramos et al. (2001), a espécie *W. auropunctata* é freqüente em áreas perturbadas e com baixa heterogeneidade ambiental. A espécie *Camponotus rufipes* também é de maior ocorrência ou típica de locais alterados (eucaliptais). Ainda para este mesmo autor, as formigas do gênero *Sericomyrmex* e *Trachymyrmex* também tiveram maior ocorrência em eucaliptais, devido, provavelmente, a sua facilidade de adaptação em ambientes que ocorre substituição da vegetação. Algumas espécies foram registradas tanto na vegetação nativa como na área de eucalipto, como *Cephalotes pusillus* e *Thaumatomyrmex mutilatus*. Outras foram exclusivas da área de vegetação nativa, como *Camponotus latangulus*, *Pheidole fimbriata*,

Amblyopone armigera e outras. As espécies *Mycocepurus* spp. e *Sericomyrmex* sp. apresentaram maior frequência em área de eucaliptais em relação a vegetação nativa, portanto são espécies comuns em ambientes degradados. O gênero *Brachymyrmex* possui formigas que são sensíveis às perturbações ambientais (MARINHO et al., 2002), assim como algumas formigas da subfamília Ponerinae (MEDEIROS et al., 2001). Comprovando a relação de pobreza de espécies com o alto grau de dominância e a diminuição de nichos, foram registradas em áreas degradadas, as espécies de formigas *Componotus blandus*, *Ectatomma muticum* e duas espécies do gênero *Pheidole* (SANTANA-REIS e SANTOS, 2001). Isto é devido que as áreas degradadas bem como os ambientes com baixa biodiversidade tendem a ter alta dominância de espécies e baixo índice de diversidade (ODUM, 1985). As formigas ainda respondem a perturbações de áreas que sofreram queimadas (KIMBERLING et al., 2001). Apesar de suportarem mais os efeitos do fogo, Araújo e Della-Lucia (2003), observaram que as espécies de *Acromyrmex* não resistem às queimadas não controladas, devido a alta mortalidade de suas colônias em áreas de reflorestamento. Em reflorestamentos de *Pinus caribaea* após exploração florestal no qual os resíduos foram eliminados pelo uso do fogo ocorreu a mortalidade de colônias de *Atta laevigata*.

Os cupins alteram a natureza e distribuição da matéria orgânica bem como atuam na construção de galerias subterrâneas modificando assim a textura do solo e conseqüentemente influenciam na fertilidade do solo. São importantes no transporte de água e gases no solo, criando microhabitats para outros microorganismos, mostram reações aos agrotóxicos, ao decréscimo do suprimento de matéria orgânica e aos diferentes cultivos (STORK e EGGLETON, 1992; BÜCHS, 2003). Estes organismos também são importantes em estudos de fragmentação de ecossistemas, pois não controlam a disponibilidade de recursos e nem prejudicam a sua regeneração. Dessa forma, não mascaram a degradação que o ecossistema sofre através da fragmentação, devido sua alta sensibilidade ao efeito do desmatamento e do isolamento (THOMANZINI e THOMANZINI, 2002). Porém, alguns solos pobres podem apresen-

tar alta diversidade de cupins pela ausência de competição (LORANGER et al., 1998). Os cupins são bastante utilizados como indicadores de contaminação química, devido à acumulação de metais pesados (FILHO, 1995). Em florestas contínuas, cupins geófagos e subterrâneos são dominantes por serem sensíveis a variações microclimáticas, já em fragmentos florestais são importantes como decompositores de serapilheira e intermediários de geófagos e xilófagos (SOUZA e BROWN, 1994).

Os insetos da ordem Hemiptera são suscetíveis a produtos químicos sendo bons indicadores de vários distúrbios em cultivos. Indivíduos da família Miridae são os principais organismos que ocorrem em condições adversas, portanto são importantes na estabilidade do ecossistema (FAUVEL, 1999).

Os dípteros do solo desempenham papel significativo na decomposição de matéria orgânica. As famílias mais abundantes do solo são, Cecidomyiidae, Chironomidae e Sciaridae (FROUZ, 1999). Os dípteros podem ser indicadores do manejo da intensidade e resistência ambiental, sendo que o manejo e o uso intenso de agrotóxicos e fertilizantes podem ser observados nas reações populacionais das famílias Cecidomyiidae e Sciaridae (BÜCHS, 2003). A família Syrphidae possui ampla distribuição nos ecossistemas terrestres, sendo indicadores da qualidade ambiental devido à facilidade de identificação e pela alta diversidade de habitats exigida pelas larvas. A sua população pode ser reduzida pelo uso de agrotóxicos na agricultura e outros tipos de poluição (SOMMAGGIO, 1999). Em alguns ecossistemas, as larvas representam os organismos mais abundantes, sendo maior em florestas e campos quando comparado a agroecossistemas, em função de fatores favoráveis como maior camada de serapilheira e umidade (FROUZ, 1999).

CONCLUSÕES

Muitos insetos são bioindicadores da qualidade e da degradação ambiental, devido às várias funções que desempenham na natureza, estreita relação com a heterogeneidade dos ecossistemas e processos ecológicos, bem como seu alto grau de sensibili-

dade às mudanças ambientais. Cada espécie responde de forma diferenciada a um distúrbio, sendo fundamental, portanto, reconhecer a sua interação com as alterações ambientais, bem como reconhecer e entender a sua evolução tanto em locais degradados como em estágio de recuperação. Assim, os inventários de levantamento e identificação de insetos nos ecossistemas permitem as prevenções ou remediações de impactos nos diferentes ambientes. Isto caracteriza a importância destes estudos a fim de que se identifiquem grupos de bioindicadores potenciais. Pois assim, à medida que ocorre o resgate da diversidade e equilíbrio ambiental também os insetos respondem em diversidade e densidade, cumprindo a sua função indicadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLABY, M. **The concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford: Oxford University Press, 1992.
- ALTIERI, M.A. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.19-31, 1999.
- ARAÚJO, M.S.; DELLA-LUCIA, T.M.C. O fogo como agente de distúrbio em comunidade de formigas. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.126-130.
- AZEVEDO, V.F. de.; LIMA, D.A. de.; CORREIA, M.E.F.; AQUINO, A.M. de; SANTOS, H.P. dos. **Fauna do solo em diferentes sistemas de plantio e manejo no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Santa Maria/RS: Fertbio, 2000. CD-ROM.
- AZEVEDO, A.C. de. Funções ambientais do solo. In: AZEVEDO, A.C.de.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F.de A. (Org.). **Fórum Solos e ambiente**, 1., 2004, Santa Maria: Pallotti, 2004. p.7-22.
- BERG, E. V. D. Recuperação de áreas degradadas por monocultivos extensivos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.27-35, mai/jun 2001.
- BOHAC, J. Staphylinid beetles as bioindicators. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p.357-372. 1999.
- BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In:

- MARTOS, H.L. & MAIA, N.B. **Indicadores ambientais**. 1^oed. Sorocaba: s.n., 1997. p.143-151.
- BROWN, G.G. Diversidade e função da macrofauna no sistema edáfico agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 28, 2001, Londrina. **Anais...**Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2001. p.56.
- BRUYN, L.A.L. de. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.425-441, 1999.
- BÜCHS, W. Biodiversity and agri-environmental indicators-general scopes and skills with special reference to the habitat level. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.98, p.35-78, 2003.
- CASTRO, C.R.T.; LEITE, H.G.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris no Brasil: Potencialidades e entraves. **Revista Árvore**, v.20, n.4, p.575-582, 1996.
- CORREIA, M.E.F.; PINHEIRO, L.B.A. **Monitoramento da fauna de solo sob diferentes coberturas vegetais em um sistema integrado de produção Agrícola, Seropédica (R.J.)**. Seropédica: EMBRAPA Agrobiologia, 1999. 15p. Circular Técnica, 3.
- DALE, V.H.; BEYLER, S.C. Challenges in the development an use of ecological indicators. **Ecological Indicators**, v.1, n.1, p.3-10, 2001.
- DAVIS, A.J.; HOLLOWAY, J.D.; HUIJBREGTS,H.; KRIKKEN, J.; KIRK-SPRIGGS, A.H.; SUTTON, S.L. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. **Journal of Applied Ecology**, n.38, p.593-616. 2001
- DÍAS, L.E. Fortalecimento institucional de programas ambientais e recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.210, p.5-9, 2001.
- DÍAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. - Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas degradadas, 1988. 251p.
- DIEHL-FLEIG, E.D.; DIEHL-FLEIG, E.; SANHUDO, E. Comunidade de formigas no município de Torres, RS: comparação entre dois ecossistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 22, 1998. Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBE, 1998. p.901.
- DIEHL-FLEIG, E.; LUCHCHESE, M.E.P.; SANHUDO, C.E.; DIEHL-FLEIG, E.D. Mirmecofauna do solo em áreas de mineração de cobre na Bacia do Camaquã, RS/ Brasil. **Naturalia**, n.24, p.99-101, 1999.
- DORAN, J.W.; ZEISS, M.R. Soil health and Sustainability: managing the biotic component of Soil quality. **Applied Soil Ecology**, v.15, n.1, p.3-11, 2000.
- DUDA, G.P.; CAMPELLO, E.F.C.; MENDONÇA, E.S.; LOURES, J.L.; DOMINGOS, M. Avaliação de frações da matéria orgânica do solo para caracterização de áreas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.723-728, 1999.
- DUELLI, P.; OBRIST,M.K.; SCHMATZ,D.R. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes above-ground insects. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p.33-64, 1999.
- DUNXIÃO, H.; CHUNRU, H.; YALING, X.; BANWANG, H.; LIYUAN, H.; PAOLETTI, M.G. Relationship between soil arthropods and soil properties in a Suburb of Qianjiang City, Hubei, China. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.18, n.3, p.467-473, 1999.
- FAUVEL, G. Diversity of heteroptera in a agroecosystems: role of sustainability and bioindication. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.275- 303, 1999.
- FERNANDES, W.D. Biodiversidade de formigas no Pantanal sul-matogrosense. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: UFSC, 2003. p.7-11.
- FERREIRA, R.L.; MARQUES, M.M.G.S.M. A fauna de artrópodes de serapilheira de áreas de monocultura com Eucalyptus sp. e mata secundária heterogênea. **Anais Sociedade Entomológica Brasil**, v.27, n.3, p.395-403, 1998.
- FILHO, E.B. Cupins e florestas. In: FILHO, E.B. & FONTES, L.R. (Org.). **Alguns aspectos atuais da biologia e controle de cupins**. Piracicaba: FEALQ, 1995. p.127-140.
- FROUZ, J. Use of Soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74,

p.167-186, 1999.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p.

GILLER, K.E., BEARE, M.H., LAVELLE, P. IZAC, A.M.N., SWIFT, M.J. Agricultural intensification, soil biodiversity and agrosystems function. **Applied Soil Ecology**, v.6, p.3-16, 1997.

GOMES, G.; LOVATO, P.E.; PINHO, L.C.; WAGNER, W.L.; SILVA, A.D. da. Avaliação de populações de formigas em dois agroecossistemas orgânicos em Florianópolis-SC. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.432-434.

HARADA, A.Y. Biodiversidade de formigas na Amazônia Oriental. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.2-6.

HUNTER, M.D. Landscape structure, habitat fragmentation, and the ecology of insects. **Agricultural and Forest Entomology**, v.4, n.3, p.159-166, 2002.

IPERTI, G. Biodiversity of predaceous coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.323-342, 1999.

KAMINSKI, J. Impactos da atividade humana sobre o solo: Atividades rurais. In: AZEVEDO, A.C.de.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F.de A. (Org.). **Fórum Solos e ambiente**, 1., 2004, Santa Maria: Pallotti, 2004. p.99-117.

KEVAN, P.G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and

diversity. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, p.373-393, 1999.

KIMBERLING, D.N.; KARR, J.R.; FORE, L.S. Measuring human disturbance using terrestrial invertebrates in the shrub-steppe of eastern Washington (USA). **Ecological Indicators**, v.1, n.2, p. 63-81, 2001.

KIM, K.C. Biodiversity, conservation and inventory: Why insects matter. **Biodiversity and Conservation**, v.2, p.191-214, 1993.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiversity and Conservation**, v.7, p.1627-1638, 1998.

KISS, J. Aprender com o passado. **Globo Rural**, n. 221, p.58-61, 2004.

KNOEPP, J.D.; COLEMAN, D.C.; CROSSEY Jr., D.A.; CLARK, J.S. Biological indices of Soil quality: an ecosystem case study of their use. **Forest Ecology and Management**, v.138, p.357-368, 2000.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J.P.G.; FABRIS, R. Áreas degradadas e sua recuperação. **Informe Agropecuário**, v.22, n.210, p.10-17, 2001.

KROMP, B. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy cultivation impacts and enhancement. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p.187-228, 1999.

LIMA, A.A. de; LIMA, W.L. de; BERBARA, R.L.L. **Diversidade da mesofauna de solo em sistemas de produção agroecológica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1, 2003. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

LOPES, D.T.; LOPES, J.; BACCARO, F.B.; CAMPOS-FARINHA, A.E.C. Comunidade de formigas (Formicidae) em mata e pastagem: uma análise comparativa. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.435-436.

LORANGER, G.; PONGE, J.F.; BLANCHART, E.; LAVELLE, P. Influence of agricultural practices on arthropod communities in a vertisol (Martinique). **Eur. Journal Soil Biology**, v.34, n.4, p.157-165, 1998.

MALUCHE, C.R.D.; SANTOS, J.C.P.; SINHORATI, D.; AMARENTE, C.V.T. do.; BARETTA, D. **Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1, 2003. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2003. CD-ROM.

MARINHO, C.G.S.; SOARES, S.M.; DELLA-LUCIA, T.M.C. Diversidade de invertebrados terrestres edáficos em áreas de eucalipto e mata secundária. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.19, n.2, p.157-164, 1997.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Efeito da idade do sub-bosque de eucaliptais sobre a

- comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae). In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.305-306.
- MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em Eucaliptos (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.187-195, 2002.
- MATOS, J.Z. de; YAMANAKA, C.N.; CASTELLANI, T.T.; LOPES, B.C. Comparação de fauna de formigas de solo em áreas de plantio de Pinus elliotti, com diferentes graus de complexidade estrutural (Florianópolis, SC). **Biotemas**, v.7, n.1 e 2, p.57-64, 1994.
- McGEOCH, M.A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Review**, v.73, p.181-201, 1998.
- MEDEIROS, V.R.; MORINI, M.S.C.; BRANDÃO, C.R.F. A fauna de formigas em uma área de Mata Atlântica sob influência antrópica. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.275-277.
- MENDOZA, G.A.; PRABHU, R. Fuzzy methods for assessing criteria and indicators of sustainable forest management. **Ecological Indicators**, v.3, n.4, p.227-236, 2004.
- MILHOMEM, M.S.; MELLO, F.Z.V. de; DINIZ, I.R. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.38, n.11, p.1249-1256, 2003.
- MOFFATT, S.F.; McLACHLAM, S.M. Understorey indicators of disturbance for riparian forests along an urban-rural gradient in Manitoba. **Ecological Indicators**, v.4, n.1, p.1-16, 2004.
- NASCIMENTO, I.C. do; DELABIE, J.H.C. Gêneros dominantes das pastagens no sul da Bahia: abordagens probabilísticas em escalas local e regional. São Paulo. **Naturalia**, n.24, p.109-110, 1999.
- NASCIMENTO, R.P.; MORINI, M.S.C.; BRANDÃO, C.R.F. Mirmecofauna do Parque natural municipal da Serra do Itapety. I. Zona de uso intensivo. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.339-341.
- NASCIMENTO, P.C. do; GIASSON, E.; INDA Jr, A.V. Aptidão de uso dos solos e meio ambiente. In: AZEVEDO, A.C.de.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F.de A. (Org.). **Fórum Solos e ambiente**, 1., 2004, Santa Maria: Pallotti, 2004. p.41-57.
- ODUM, E.P. **Ecologia**. São Paulo: Interamericana, 1985. 434p.
- PAOLETTI, M.G.; FAVRETTO, M.R.; STIMER, B.R.; PURRINGTON, F.F.; BATER, J.E. Invertebrates as bioindicators of soil use. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.34, p.341-362, 1991.
- PAOLETTI, M.G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture Ecosystem and Environment**, v.74, p.1-18, 1999.
- PRIMACK, R.B., RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina, 2001. 328p.
- RAMOS, L.S.; MARINHO, C.G.S.; FILHO, R.Z.B.; DELABIE, J.H.C. Impacto do plantio de eucalipto numa área de Cerrado, usando as formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira como indicadores biológicos. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.325-327.
- REIS, A.; ZAMBONIM, R.M.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. p.43. Caderno, 14.
- ROCHA, J.S.M. **Educação ambiental técnica para os ensinos fundamental médio e superior**. 2º ed. Brasília: Rev. ampl./ABEAS, 2001. 545p.
- ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V.; LEHMKUHL, D.M.; Importance of insects in environmental impact assessment. **Environmental Management**, v.10, n.6, p.773-783, 1986.
- SANTANA-REIS, V.P.G.; SANTOS, G.M.M. Influência da estrutura do habitat em comunidades de formigas (Hymenoptera-Formicidae) em Feira de Santana, Bahia, Brasil. **Série Ciência Biológica**, v. 1, n.1, p. 66-70, 2001.
- SCHIERHOLZ, T. Dinâmica biológica de fragmentos florestais. **Ciência Hoje**, v.12, n.17, p.22-29, 1991.
- SCHMITZ, J. A. K.; SELBACH, P. A.;

- MIELNICZUK, J. **Índice biológico para avaliação da qualidade do solo sob diferentes manejos de cobertura vegetal.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., 2003. Porto Alegre. Anais...Porto Alegre: PUC/RS, 2003. CD-ROM.
- SILVEIRA, S.N.; MONTEIRO, R.C.; ZUCCHI, R.A.; MORAES, R.C.B.de; Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. **Science agricultural**, v.52, n.1, p.9-15, 1995.
- SOARES, I.M.F.; GOMES, D.S.; SANTOS, A.A. dos. Influência da composição florística na diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na Serra da Jibóia-BA. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.331-332.
- SOMMAGIO, D. Syrphidae: can they used as environmental bioindicators? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1-3, p.343-356, 1999.
- SOUZA, F. F. de.; BROWN, V. K. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. **Journal of Tropical Ecology**, v.10, p.197-206, 1994.
- SOUZA, D.M.; SOUZA, B.M.; OLIVEIRA, A.; TEIXEIRA, G.N. Fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do Parque Estadual do Ibitipoca, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 17, 1998. Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBE, 1998. p.866.
- SOUZA, A.L.B. de; CARVALHO, K.S.; PEREIRA, M.S.; SAMPAIO, C.P. Mirmecofauna de mata de cipó (transição entre mata Atlântica e Caatinga) no semi-árido baiano. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.333-335.
- STORK, N.E.; EGGLETON, P. Invertebrates as determinants and indicators of soil quality. **American Journal of Alternative Agriculture**, v.7, p.38-47, 1992.
- TARAZI, R.; LOPES, B.C.; CASTELLANI, T.T. Diversidade de formigas diurnas de trilha e interior de mata em um trecho de mata Atlântica, Santo Amaro da Imperatriz, SC, Brasil. In: SIMPÓSIO DE MIRMECOLOGIA, 16, 2003. Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2003. p.376-379.
- THOMANZINI, M. J.; THOMANZINI, A.P. B. W. **A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 21p. Circular Técnica, 57.
- THOMANZINI, M.J.; THOMANZINI, A.P.B.W. **Levantamento de insetos e análise entomofaunística em floresta, capoeira e pastagem no Sudeste Acreano.** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2002. 41p. Circular Técnica, 35.
- VALLEJO, L.R.; FONSECA, C.L.; GONÇALVES, D.R.P. Estudo comparativo da mesofauna do solo em áreas de Eucaliptos citriodora e mata secundária heterogênea. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 47, p.363-370, 1987.
- VARCHOLA, J.M.; DUNN, J.P. Changes in ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in farming systems bordered by complex or simple roadside vegetation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.73, n.1, p.41-49, 1999.
- VASCONCELOS, H.L. Impactos antrópicos sobre diversidade de formigas na Amazônia. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 15, 2001. Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 2001. p.53-54.
- VILLANI, M.G.; WRIGHT, R. J. Environmental influences on soil macroarthropod behavior in agricultural systems. **Annual Review Entomology**, v.35, p.249-269, 1990.
- WARREN, M. W.; ZOU, X. Soil macrofauna and litter nutrients in three tropical tree plantations on a disturbed site in Puerto Rico. **Forest Ecology and Management**, v.170, p.161-171, 2002.
- WATT, A.D., STORK, N.E., EGGLETON, P., SRIVASTAVA, D., BOLTON, B., LARSEN, T.B., BRENDLELL, M.D.J., BIGNELL, D.E. Impact of forest loss and regeneration on insect and diversity. In: WATT, A.D., STORK, N.E., HUNTER, M.D. (eds). **Forests and Insects.** Chapman & Hall, London: p. 273-286, 1997.